

Министерство образования и науки Украины  
Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

**С. А. Погарский  
Д. В. Майборода**

# **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЧ И КВЧ ЭЛЕМЕНТОВ**

Учебное пособие  
для студентов физических специальностей

Харьков – 2014

УДК 621.317.1(075.8)

ББК 32.845я73

П 43

**Рецензенты:**

**Ваврив Д. М.** – член-корреспондент НАН Украины, доктор физико-математических наук, профессор, зам. директора по научной работе Радиоастрономического института НАН Украины;

**Колчигин Н. Н.** – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической радиофизики Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина.

*Рекомендовано решением Ученого совета  
Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина  
(протокол № 10 от 28.10.2013 г.)*

**Погарский С. А.**

П 43 Автоматизированное измерение параметров СВЧ и КВЧ элементов : учебное пособие [для студентов физических специальностей] / Погарский С. А., Майборода Д. В. – Х. : ХНУ имени В. Н. Каразина, 2014. – 124 с.

ISBN 978-966-285-038-3

В учебном пособии рассматриваются вопросы планирования эксперимента, особенности СВЧ и КВЧ диапазонов частот, вопросы, связанные с погрешностями измерений, классические методы измерения параметров функциональных элементов в СВЧ и КВЧ диапазонах, автоматизированные методы измерения параметров.

Для студентов и аспирантов физических специальностей, проводящих физические эксперименты.

Ил. 60, табл. 7, библи. 30 назв.

ISBN 978-966-285-038-3

© Харьковский национальный университет  
имени В. Н. Каразина, 2014

© С. А. Погарский, Д. В. Майборода, 2014

© Макет обложки И. Н. Дончик, 2014

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	4
<b>ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ЭКСПЕРИМЕНТА .....</b>	<b>5</b>
1. Планирование эксперимента. Основные понятия и определения.....	5
1.1. Измерение физических величин.....	7
1.2. Диапазоны СВЧ и КВЧ. Особенности СВЧ трактов.....	9
2. Погрешность измерений.....	17
2.1. Типы погрешностей измерений.....	17
2.2. Случайные величины и их характеристики.....	19
2.3. Суммарная погрешность измерений.....	25
2.4. Погрешности косвенных измерений.....	26
2.5. Учет погрешности в записи окончательного результата измерения.....	28
2.6. Линеаризация данных.....	28
2.7. Метод наименьших квадратов.....	29
2.8. Определение необходимого числа измерений.....	33
3. Классические методы измерения параметров в СВЧ диапазоне.....	35
3.1. Методы измерения коэффициента стоячей волны по напряжению.....	35
3.2. Методы измерения затухания.....	40
4. Автоматизация измерения параметров в СВЧ диапазоне.....	45
4.1. Принцип работы, калибровка и измерение параметров с использованием приборов типа P2.....	45
4.2. Автоматизированное измерение параметров СВЧ элементов...	52
<b>ЧАСТЬ 2. СПЕЦИАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ.....</b>	<b>63</b>
Лабораторная работа № 1. Коаксиальная линия и элементы на ее основе.....	63
Лабораторная работа № 2. Направленный ответвитель Бете.....	76
Лабораторная работа № 3. Полосно-пропускающий фильтр на прямоугольном волноводе.....	85
Лабораторная работа № 4. Исследование параметров резонаторной камеры на основе прямоугольного волновода...	92
Лабораторная работа № 5. Исследование параметров неоднородностей щелевого типа в микрополосковых трактах.....	106
Лабораторная работа № 6. Исследование параметров неоднородностей микрополоскового типа в трактах на основе диэлектрических волноводов.....	113
Предметный указатель.....	122